

日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 26 AUG 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2004年 5月 6日

出願番号
Application Number: 特願2004-137594
[ST. 10/C]: [JP2004-137594]

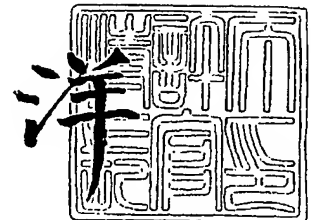
出願人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 2054061018
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 13/00
G02B 13/18
G11B 7/135

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】 林 克彦

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】 田中 康弘

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】 山形 道弘

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】 金馬 慶明

【特許出願人】
【識別番号】 000005821
【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】
【識別番号】 100098291
【弁理士】
【氏名又は名称】 小笠原 史朗

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 035367
【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9405386

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

光束の光軸上に配置される収差補正素子であって、
回折により前記光束を偏向するパワーを持つ回折面と、
前記回折面とは前記光軸上の異なる位置に配置され、前記光束の前記光軸を中心とする同心円によって規定される輪帯状の複数の領域と、前記領域間の境界部に形成される位相段差とを含む位相段差面とを備え、

前記位相段差は、互いに異なる前記領域を透過する前記光束の間に基準波長に対して 2π ラジアン以上の整数倍となる位相差を発生する、収差補正素子。

【請求項 2】

前記位相段差は、互いに異なる前記領域を透過する前記光束の間に、基準波長に対して 2π ラジアンとなる位相差を発生する、請求項 1 に記載の収差補正素子。

【請求項 3】

各前記領域の前記光軸に直交する方向の幅は、前記光軸から離れるに従って小さくなる、請求項 1 に記載の収差補正素子。

【請求項 4】

前記位相段差面は、前記各領域の光学面は、相異なる非球面定義式により規定される非球面である、請求項 1 に記載の収差補正素子。

【請求項 5】

前記収差補正素子は、前記回折面を含むレンズ素子と、前記位相段差面を含むレンズ素子とを含む、請求項 1 に記載の収差補正素子。

【請求項 6】

前記収差補正素子は、一方の面に前記回折面を形成し、他方の面に前記位相段差面を形成してなる単一のレンズ素子からなる、請求項 1 に記載の収差補正素子。

【請求項 7】

光源から放射された光束を光情報記録媒体上に集光してスポットを形成することにより、情報の読み出し・書き込み・消去、の内の少なくとも一つを行う光ピックアップ装置に用いられるレンズ装置であって、前記光源側から光情報記録媒体側へ向けて順に、

前記光源から放射した前記光束を透過する収差補正素子と、

前記収差補正素子から出射した前記光束を前記情報記録媒体上に集光してスポットを形成する対物レンズ系とを備え、

前記収差補正素子は、

回折により光束を偏向するパワーを持つ回折面と、

前記回折面とは異なる位置に配置され、前記光束の光軸を中心とする同心円によって規定される輪帯状の複数の領域と、前記領域間の境界部に形成される位相段差とを含む位相段差面とを含み、

前記位相段差は、互いに異なる前記領域を透過する前記光束の間に基準波長に対して 2π ラジアン以上の整数倍となる位相差を発生する、レンズ装置。

【請求項 8】

基準波長が 420 nm 以下である光束に対して用いられる、請求項 7 に記載のレンズ装置。

【請求項 9】

基準波長に対して数 nm の範囲の波長を持つ光束に対して用いられる、請求項 7 に記載のレンズ装置。

【請求項 10】

光情報記録媒体上に光束を集光してスポットを形成することにより、情報の読み出し・書き込み・消去、の内の少なくとも一つを行う光ピックアップ装置であって、

光束を放射する光源と、

前記光源から放射した光束を集光して、前記光情報記録媒体上にスポットを形成する集光部と、

前記光情報記録媒体で反射された光束を、前記光源から前記部までの光束の光路から分離する分離部と、

前記分離部により分離された光束を受光する受光部とを備え、

前記集光部は、前記光源から放射した前記光束を透過する収差補正素子と、

前記収差補正素子から出射した前記光束を前記情報記録媒体上に集光してスポットを形成する対物レンズ系とを有するレンズ装置を含み、

前記収差補正素子は、

回折により光束を偏向するパワーを持つ回折面と、

前記回折面とは異なる位置に配置され、前記光束の光軸を中心とする同心円によって規定される輪帯状の複数の領域と、前記領域間の境界部に形成される位相差とを含む位相差面とを含み、

前記位相差は、互いに異なる前記領域を透過する前記光束の間に基準波長に対して 2π ラジアン の整数倍となる位相差を発生する、光ピックアップ装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】収差補正素子、光ピックアップ用レンズ装置、光ピックアップ装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、収差補正素子、収差補正素子を備える光ピックアップ用レンズ装置に関し、特定的には、420nm以下の波長の光束を用いた高密度記録のデジタルビデオディスク装置、コンピュータ用の光記録装置等の光情報記録装置に用いられる収差補正素子、光ピックアップ用レンズ装置に関する。また、本発明は、上記光ピックアップ用レンズ装置を備える光ピックアップ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

光記憶メディアの大容量化に伴い、光情報記録装置における光源の短波長化が進展している。一般に、短波長領域では分散が非常に大きいため、わずかな光束の波長の変化により、光学材料の屈折率は大きく変化する。ところが、デジタルビデオレコーダ等で現在普及している光情報記録装置は、媒質の相変化を利用して情報の記録及び消去を行うので、情報を書き込むあるいは消去する際の光パワーと、書き込まれた情報を読み取る際の光パワーとを異ならせている。このため、相転移型の媒体を用いる光情報記録装置は、記録及び消去と再生との切り替えに際し光源が放射する光束の波長が大きく変化する。したがって、相転移型の媒体を用いる光情報記録装置は、光ピックアップ装置のレンズ装置の色収差補正が課題となっている。相転移型の媒体を用いる光ピックアップ装置において、レンズ装置の色収差を補正しない場合、光源が放射する波長の変化により急激な焦点位置変動が生じ、フォーカス制御が行われなくなる可能性があるからである。

【0003】

光ピックアップ装置のレンズ装置において色収差を補正する従来技術として、特許文献1及び特許文献2は、同心円状に形成された多数の輪帯を備える回折レンズ構造を利用して色収差補正を行う対物レンズを提案している。特許文献1及び特許文献2は、対物レンズに回折レンズ構造を精度よく安価に形成するため、樹脂材料を用いて射出成型法で製造することを提案している。

【特許文献1】特開平7-294707号公報

【特許文献2】特開平11-337818号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載された対物レンズは、780nmの波長の光束に対して用いることを想定している。また、特許文献2に記載された対物レンズは、650nmを基準波長とする光束に対して用いることを想定している。特許文献1及び特許文献2に記載された対物レンズを、基準波長が420nm以下といった短波長領域の波長の光束に対して用いた場合、十分な色収差の補正効果を得るために必要とする輪帯の数が多くなるとともに、輪帯の間隔が小さくなる。これは、上記のように短波長領域でレンズ材料の屈折率の波長依存性が大きくなることに伴って、補正すべき色収差の量が大きくなるためである。

【0005】

特許文献1及び特許文献2に記載された対物レンズにおいて、輪帯の数が多くなり輪帯の間隔が小さくなると、対物レンズの製造が非常に困難になる。まず、輪帯の数が多くなり輪帯の間隔が小さくなると、そのような微細な形状に対応する射出成形用の金型の加工が困難である。また、金型の加工が可能であったとしても、微細な金型の形状を樹脂の粘性等により十分に転写することが難しい。この結果、特許文献1及び特許文献2に記載された対物レンズを基準波長が420nm以下といった短波長領域の波長の光束に対して用いた場合、対物レンズを設計値通りに製造することは困難であり、形状誤差に基づく光量損失が大きい対物レンズを得ることしかできなかった。

【0006】

本発明の目的は、上記課題に鑑み、基準波長が420nm以下の短波長領域の波長の光束に対して用いても、製造が容易で高性能な光ピックアップ用レンズ装置及びそのレンズ装置に用いられる収差補正素子を提供することである。また、本発明の他の目的は、上述のレンズ装置を備える光ピックアップ装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的は、以下の収差補正素子により達成される。入射される光束を透過させる収差補正素子であって、回折により光束を偏向するパワーを持つ回折面と、回折面とは異なる位置に配置され、光束の光軸を中心とする同心円によって規定される輪帯状の複数の領域と、領域間の境界部に形成される位相差面とを含む位相差面とを備え、位相差は、互いに異なる領域を透過する光束の間に基準波長に対して 2π ラジアン以上の整数倍となる位相差を発生する。

【0008】

本発明に係る収差補正素子は、以上の構成を備えているので、基準波長の光束に対しては球面収差を発生させず、基準波長からずれた波長の光束に対して球面収差を発生させる素子を提供することができる。そして、この球面収差を回折面の球面収差を協働させることにより、回折面の輪帯数を多数形成することなく、かつ輪帯の幅を小さくすることもなく、所望の大きな球面収差を発生させることができる。

【0009】

好ましくは、位相差は、互いに異なる領域を透過する光束の間に、基準波長に対して 2π ラジアンとなる位相差を発生する。本発明に係る収差補正素子は、以上の構成を備えているので、高次収差を発生させることなく、特に3次球面収差のみ補正することができる。

【0010】

好ましくは、各領域の光軸に直交する方向の幅は、光軸から離れるに従って小さくなる。本発明に係る収差補正素子は、以上の構成を備えているので、特に高NAの対物レンズが発生させる、光軸から離れるに従って急激に増加する球面収差を補正することができる。

【0011】

好ましくは、位相差面は、各領域の光学面は、相異なる非球面定義式により規定される非球面である。本発明に係る収差補正素子は、それぞれの領域毎に最適な異なる非球面で構成された収差補正素子は、以上の構成を備えているので、それぞれの領域毎に最適な異なる非球面で構成することができ、基準波長における球面収差を収差補正素子単体で補正することができる。

【0012】

好ましくは、収差補正素子は、回折面を含むレンズ素子と、位相差面を含むレンズ素子とを含む。一例として、収差補正素子は、一方の面に回折面を形成し、他方の面に位相差面を形成してなる単一のレンズ素子からなる。本発明に係る収差補正素子は、以上の構成を備えているので、製造する際の成形及び組立調整を容易にし、境界面で発生する面間反射を発生させない。

【0013】

上記目的は、以下のレンズ装置により達成される。光源から放射された光束を光情報記録媒体上に集光してスポットを形成することにより、情報の読み出し・書き込み・消去、の内の少なくとも一つを行う光ピックアップ装置に用いられるレンズ装置であって、光源側から光情報記録媒体側へ向けて順に、光源から放射した光束を透過する収差補正素子と、収差補正素子から出射した光束を情報記録媒体上に集光してスポットを形成する対物レンズ系とを備え、収差補正素子は、回折により光束を偏向するパワーを持つ回折面と、回折面とは異なる位置に配置され、光束の光軸を中心とする同心円によって規定される輪帯状の複数の領域と、領域間の境界部に形成される位相差面とを含む位相差面とを含み、位相差は、互いに異なる領域を透過する光束の間に基準波長に対して 2π ラジアン以上の

数倍となる位相差を生ずる。

【0014】

本発明に係るレンズ装置は、以上の構成を備えているので、光源に用いられる半導体レーザの個体バラツキが大きかったり、温度変化により発振波長が変化したりして、発振波長が基準波長からずれた場合であっても、光束を光情報記録媒体上に集光して良好にスポットを形成することができる。

【0015】

好ましくは、基準波長が420nm以下である光束に対して用いられる。また、好ましくは、基準波長に対して数nmの範囲の波長を持つ光束に対して用いられる。

【0016】

光情報記録媒体上に光束を集光してスポットを形成することにより、情報の読み出し・書き込み・消去、の内の少なくとも一つを行う光ピックアップ装置であって、光束を放射する光源と、光源から放射した光束を集光して、光情報記録媒体上にスポットを形成する集光部と、光情報記録媒体で反射された光束を、光源から集光部までの光束の光路から分離する分離部と、分離部により分離された光束を受光する受光部とを備え、集光部は、光源から放射した光束を透過する収差補正素子と、収差補正素子から出射した光束を情報記録媒体上に集光してスポットを形成する対物レンズ系とを有するレンズ装置を含み、収差補正素子は、回折により光束を偏向するパワーを持つ回折面と、回折面とは異なる位置に配置され、光束の光軸を中心とする同心円によって規定される輪帯状の複数の領域と、領域間の境界部に形成される位相段差とを含む位相段差面とを含み、位相段差は、互いに異なる領域を透過する光束の間に基準波長に対して 2π ラジアン of 整数倍となる位相差を生ずる。

【0017】

本発明に係る光ピックアップ装置は、以上の構成を備えているので、光源に用いられる半導体レーザが個体バラツキが大きかったり、温度変化により発振波長が変化したりして、発振波長が基準波長からずれた場合であっても、トラッキングエラーを生じることなく良好に光情報記録媒体上に情報を記録したり、光情報記録媒体から情報を消去したり、光情報記録媒体から情報を読み出したりすることができる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、基準波長が420nm以下といった短波長領域の波長の光束に対して用いても、製造が容易で高性能な光ピックアップ用レンズ装置及びそのレンズ装置に用いられる収差補正素子を提供することができる。また、本発明によれば、上述のレンズ装置を備える光ピックアップ装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態に係る光ピックアップ装置の概略構成図である。実施の形態に係る光ピックアップ装置10は、光源部LSと、集光部COと、分離部SPと、受光部REとを備える。光源部LSは、半導体レーザ6からなる。半導体レーザ6は、基準波長が410nmであるレーザ光を放射する。集光部COは、コリメートレンズ4と、レンズ装置1とからなる。コリメートレンズ4は、二枚のレンズ素子を貼り合わせて形成された、貼り合わせレンズである。レンズ装置1は、収差補正素子2と対物レンズ3とを含む。レンズ装置1の構成については、後で詳述する。分離部SPは、ビームスプリッタ5からなる。ビームスプリッタ5は、直角二等辺三角形形状の底面を持つ三角柱形状の二個のプリズムを接合して形成されており、接合面に一定の割合の光束を透過する一方、残りを反射する機能を持つ光学膜を有する。

【0020】

受光部REは、検出レンズ7と、受光素子8とを含む。受光素子8は、入射した光束を強度に応じた電気信号に変換するフォトダイオードである。また、対物レンズ3の収差補

正素子 2 と隣接した側に配置された板状部材は、光ピックアップ装置 10 により情報が記録・再生・消去される対象となる光情報記録媒体 9 の一部を表す。なお、光記録媒体 9 は、光束が集光される。情報記録面 9 a と情報記録面 9 a より光源側にある光源からの光束に対して透明な保護部分とを示しており、基板に相当する構成は図示を省略している。

【0021】

図 1 において、半導体レーザ 6 から出射した光束は、ビームスプリッタ 5 を透過し、接合レンズからなるコリメートレンズ 4 によって略平行光にされ射出される。略平行光となった光束は、収差補正素子 2 を透過し、対物レンズ 3 により光情報記録媒体 9 の情報記録面 9 a 上にスポットとして集光される。

【0022】

スポットとして集光された光束は、情報記録面 9 a 上に形成された反射率の異なるピットで反射される。情報記録面 9 a に形成されたピットで反射された光束は、対物レンズ 3、収差補正素子 2、コリメートレンズ 4 の順に透過して、ビームスプリッター 5 に至る。光束は、ビームスプリッタ 5 で反射され、検出レンズ 7 を透過する。さらに、光束は、検出レンズ 7 により調整された集光位置に配置される受光素子 8 の受光面にスポットを形成する。受光素子 8 は、情報記録面 9 a で変調された光束の光量変化を電気的な信号に変換する。光ピックアップ装置は、受光素子 8 から出力される電気的な信号により光情報記録媒体上に格納されたデータを読み取る。

【0023】

図 2 は、本発明の実施の形態に係る光ピックアップ装置に用いられるレンズ装置を示す概略構成図である。収差補正素子 2 は、光源側から順に、回折面 S 1 と、位相段差面 S 3 とを含み、樹脂を材料とするレンズである。また、対物レンズ 3 は、光源側の屈折面 S 4 と、光情報記録媒体側の屈折面 S 5 とからなる。

【0024】

回折面 S 1 は、面に入射する入射光から回折光を発生させ収束させる正パワーの光学面として機能する。回折面 S 1 は、+1 次回折光の光量が最大になるように回折効率が設定されている。また、位相段差面 S 3 は、回折光に対して負パワーの光学面として機能し、回折面 S 1 の正パワーと絶対値が等しいパワーを持つ。この結果、収差補正素子 2 は、基準波長の光束に対してノンパワーであり、平行光束が入射した場合、平行光束として出射させる。

【0025】

図 3 は、本発明の実施の形態に係る光ピックアップ装置に用いられるレンズ装置の収差補正素子の位相段差面の構造を表す模式図である。位相段差面 S 3 は、光束の光軸を中心とする同心円によって規定される輪帯状の複数の領域と、領域間の境界部に形成される位相段差とを含む。図 3 において、光軸を含む中心を領域 1 とし、領域 1 の半径を H_1 とする。以下、光軸から周辺へ向けて形成された輪帯状の領域を、光軸側から順に、領域 2、領域 3・・・領域 n とする。また、領域 2 の外径を H_2 と、領域 3 の外径を H_3 と、領域 n の外径を H_n とする。また、領域 1 と領域 2 との間の段差の光軸に沿った方向の大きさを A_1 と、領域 2 と領域 3 との間の段差の光軸に沿った方向の大きさを A_2 と、領域 $n-1$ と領域 n との間の段差の光軸に沿った方向の大きさを A_n とする。

【0026】

実施の形態に係るレンズ装置に用いられる収差補正素子 2 は、5 つの輪帯状の領域を持つ。各領域同士の境界部分は、 $\lambda_0 / (n_0 - 1)$ の整数倍（ここでは q とする）だけ光軸に沿った方向の大きさが大きくなるように構成されている。ここで、 λ_0 はこのレンズ装置に入射される半導体レーザ 6 の基準波長であり、 n_0 は波長 λ_0 の光に対する収差補正素子 2 の樹脂材料の屈折率である。

【0027】

q の値は、半導体レーザ 6 の基準波長の 2π ラジアン位の位相に等しい。この結果、位相段差面 S 3 を透過する相異なる 2 つの光束の間の位相差は 2π の整数倍になり、位相段差面 S 3 は透過する光束の球面収差を変化させない。また、対物レンズ 3 は、基準波長に対

して収差補正がなされており、基準波長の光束が入射した場合、情報記録媒体 9 の情報記録面 9 a 上に良好なスポットを形成する。

【0028】

一方、半導体レーザー 6 の発振する波長が、各素子間の個体バラツキや温度変化等起因して基準波長から数 nm 変化した場合を考える。ここで、基準波長からずれた半導体レーザー 6 の発振波長を λ_1 と、波長 λ_1 に対する樹脂材料の屈折率を n_1 とする。このとき、位相差面 S 3 を透過する相異なる 2 つの光束の間の位相差は、 $2\pi q \lambda_0 (n_1 - 1) / ((n_0 - 1) \lambda_1)$ で表わされる。この値は、基準波長から数 nm 変化した波長に対して 2π の整数倍からずれているため、位相差面 S 3 を透過する光束は、球面収差を発生する。

【0029】

位相差面 S 3 において発生する球面収差は、位相差面 S 3 に形成される各領域の半径を光学系の有効径に対してどの様に設定するか、及び各領域の面形状をどのようにするかにより調整することが可能である。したがって、半導体レーザー 6 が発振する光束の波長が基準波長から数 nm ずれた場合、回折面 S 1 で発生する球面収差と位相差面 S 3 で発生する球面収差との傾向を同方向であって、対物レンズ 3 が発生する球面収差とは逆方向になるように設計することができる。このように設計することにより、回折面 S 1 のみで球面収差を発生させる場合のように回折面 S 1 の周辺部における輪帯数を多数形成することなく、かつ輪帯の幅を小さくすることなく、収差補正素子 2 単独で大きな収差を発生させることが可能になる。収差補正素子 2 と対物レンズ 3 との間で球面収差を相殺させることにより、光軸上の実質的な像点位置を補正することができ、結果として軸上色収差を補正することができる。

【0030】

ところで、収差補正素子 2 の両面を回折面にするによっても、回折面の輪帯数を多数形成することなく、かつ輪帯の幅を小さくすることなく、大きな球面収差を発生させることが可能である。しかしながら、両面を回折面にすると、収差補正素子を透過する光束の内、光情報記録面上のスポット形成に用いられる光量損失が大きくなるため、好ましくない。したがって、実施の形態に係るレンズ装置のように、収差補正素子 2 の一方を回折面にし、他方を位相差面にする方が望ましい。

【0031】

また、位相差面 S 3 に形成される各領域の間の段差の光軸に沿った方向の大きさは、相異なる領域を透過する基準波長の光束の間に 2π ラジアン の整数倍の位相差が生じるように設定されているが、この整数の値は求められる特性に応じて適宜設定することができる。例えば、 2π ラジアン に一致する位相差を与えるようにすると、基準波長から数 nm ずれた場合に生じる位相差が 2π からずれる量は少なくなる。したがって、収差補正量を大きく取るためには、段差を深くして位相差を大きくしなければならない。

【0032】

逆に、位相差の深さが深くなると、余計な高次の球面収差が増えてしまい全体の収差が劣化してしまうので、3 次球面収差のみ補正したい場合は、位相差の深さは、必要最小である位相差 2π に相当する量に設定する方が望ましい。

【0033】

また、実施の形態で説明した収差補正素子 2 は、回折面 S 1 と位相差面 S 3 とを一体的に形成したレンズ素子であったが、これに限られない。例えば、回折面のみを有するレンズ素子と位相差面のみを有するレンズ素子との組み合わせでもよい。しかしながら、製造する際の成形及び組立調整と、境界面で発生する面間反射を考慮すると、収差補正素子 2 は、一体で形成された単一のレンズ素子により構成することが望ましい。

【0034】

また、収差補正素子 2 と対物レンズ 3 とは、一体的に保持され、アクチュエータにより一体的に移動可能に構成されることが望ましい。

【0035】

また、収差補正素子 1 は、光軸から離れるに従って光軸に直交する方向の各領域の幅が小さくなることを望ましい。対物レンズを単レンズ素子で構成し、 $NA0.8$ といった高 NA で使用する場合、基準波長から数 nm ずれた際に発生する球面収差の量は光軸から直交する方向に離れるにしたがって、急激に増加する特性を持つ。この特性を補正するためには、収差補正素子 2 において発生させる球面収差の量も、周辺にいくにしたがって増やす必要がある。したがって、位相段差も周辺にいくほど数多く設ける必要があるので周辺にいくほど光軸に直交する方向の各領域の幅は狭く形成されることが好ましい。

【0036】

また、位相段差面は、各領域の光学面を位相段差で接続したとき、単一の非球面定義式により規定される非球面にしても、相異なる非球面定義式により規定される非球面にしてもいずれでもよい。ただし、相異なる非球面定義式により規定される非球面にする方がよい。各領域が、それぞれの領域毎に最適な異なる非球面で構成された収差補正素子は、各領域が一つの非球面定義式により規定される収差補正素子と比較して、基準波長における球面収差を収差補正素子単体で補正することが可能になるからである。

【0037】

すなわち、各領域が一つの非球面定義式により規定される収差補正素子は、各領域で光軸方向の厚さが異なるので、基準波長においても、球面収差あるいはパワー成分を発生してしまう。これに対して、各領域が、それぞれの領域毎に最適な異なる非球面で構成された収差補正素子は、各領域毎に、球面収差およびパワー成分が発生しないに設計することが可能になるため、レンズ装置の特性をより向上させることが可能になる。

【0038】

また、収差補正素子 2 は、半導体レーザー 6 の基準波長が 420 nm 以下である場合に最も効果を奏する。一般に、波長が 420 nm 以下の短波長領域では、ガラス等の光学材料の分散が非常に大きいので、光学系の軸上色収差も非常に大きくなる傾向にある。したがって、半導体レーザーの波長がわずかも変化すると、大きな軸上色収差が発生してしまう。大きな軸上色収差が発生すると、トラッキングできなくなる可能性があり、安定して記録・消去・再生ができなくなってしまう。このような波長域で用いられるレンズ装置に収差補正素子 2 を設けると、半導体レーザー 6 の基準波長が変化しても、軸上色収差が補正されているので、安定してトラッキングを行うことができる。

【0039】

また、収差補正素子 2 は、回折面 $S1$ あるいは位相段差面 $S3$ を適宜設計することにより、収差補正素子において発生する球面収差を調整し、対物レンズ以外の光学系で使用するレンズ素子（例えば、コリメートレンズ 4 や情報記録面 9 に設けられた保護層など）に起因する軸上色収差を補正することが可能である。

【0040】

また、収差補正素子 2 は、設計される回折の次数として $+1$ 次としたが、一般に $\pm m$ 次 (m : 整数) のいずれを用いてもよい。また、実施の形態のレンズ装置において、対物レンズ 2 は、単レンズからなるもので説明したが、複数枚の組みレンズからなるものであってもよい。

【0041】

また、実施の形態のレンズ装置では、収差補正素子 2 に平行光束が入射するようにしているが、非平行光束であってもよい。また、実施の形態のレンズ装置では、収差補正素子 2 対物レンズ 3 の間を平行光束としているが、非平行光束であってもよい。また、収差補正素子 2 は、光源側に回折面を配置し、光情報記録媒体側に位相段差面を配置しているが、逆に光源側に位相段差面を配置し、光情報記録媒体側に回折面を配置してもよい。

【0042】

以上説明したように、実施の形態に係る収差補正素子は、基準波長の光束に対しては球面収差を発生させず、基準波長からずれた波長の光束に対して球面収差を発生させることができる。そして、この球面収差を回折面の球面収差を協働させることにより、回折面の輪帯数を多数形成することなく、かつ輪帯の幅を小さくすることなく、所望の大きな球

面収差を発生させることができる。また、実施の形態に係る収差補正素子は、樹脂で製造することができ、容易に製造可能である。

【0043】

また、この収差補正素子をレンズ装置に適用すると、光源に用いられる半導体レーザの個体バラツキが大きかったり、温度変化により発振波長が変化したりして、発振波長が基準波長からずれた場合であっても、光束を光情報記録媒体上に集光して良好にスポットを形成することができる。

【0044】

さらに、このレンズ装置を光ピックアップ装置に適用すると、光源に用いられる半導体レーザが個体バラツキが大きかったり、温度変化により発振波長が変化したりして、発振波長が基準波長からずれた場合であっても、トラッキングエラーを生じることなく良好に光情報記録媒体上に情報を記録したり、光情報記録媒体から情報を消去したり、光情報記録媒体から情報を読み出したりすることができる。

【実施例1】

【0045】

以下に、実施の形態に係るレンズ装置に関して、具体的な数値実施例を説明する。収差補正素子2は、設計波長は410nmを基準波長として設計した。また、光束は、収差補正素子2に平行光束が入射するものとし、出射側の平行光束の直径は対物レンズ3の入射面で2.21mmとした。また、回折面に形成される位相格子は超高屈折率法により表現した(超高屈率法については、William C.Sweatt: Describing holographic optical elements as lenses: Journal of Optical Society of America, Vol.67, No.6, June 1977)。

【0046】

また、非球面形状は、以下の(数1)で与えられる。

【数1】

$$X = \frac{C_j h^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K_j) C_j^2 h^2}} + \sum A_{j,n} h^n$$

ただし、各符号の意味は以下の通りである。

X: 光軸からの高さがhの非球面上の点の非球面頂点の接平面からの距離

h: 光軸からの高さ

C_j: レンズ第j面の非球面頂点の曲率

(C_j = 1/R_j: R_jは第j面の曲率半径)

K_j: レンズ第j面の円錐定数

A_{j, n}: レンズの第j面のn次の非球面係数

(j = 3, 4, 5)

【0047】

表1に、数値実施例1のレンズ装置と光情報記録媒体に関する数値データを示す。

【表1】

	番号	面	r	d	n410	ν
収差補正素子	1	s1	100000.000	0.000	4101.3141	-3.45
	2	s2	平面	1.000	1.52256	56.4
	3	s3	12.402000	2.000		
対物レンズ	4	s4	1.089951	1.90681	1.77717	45.6
	5	s5	-3.138721	0.2428		
光情報記録媒体	6	s6	平面	0.100	1.61580	56.4
	7	s7	平面			

数値実施例 1 は、収差補正素子 2 の光源側の面を回折面 S 1 とし、出射側、すなわち対物レンズ 3 側の面を位相段差面 S 3 とし、対物レンズ 3 の軸上色収差を補正している。また、数値実施例 1 は、収差補正素子 2 の光源側の回折面 S 1 の回折パワーの絶対値と対物レンズ側の位相段差面 S 3 の屈折パワーを負とし、それぞれの絶対値を同じにすることにより、収差補正素子 2 のトータルのパワーを 0 としている。また、数値実施例 1 は、1 次回折光が最大の回折光量を有するように設計されている。

【0048】

表 2 は、数値実施例 1 の第 3 面 S 3、第 4 面 S 4、第 5 面 S 5（表 1 参照）の非球面係数を示す数値である。なお、第 3 面 S 3 は、位相段差で接続したとき単一の非球面定義式により規定される面である。表 3 は、収差補正素子 2 に形成された位相段差面 S 3 の数値を示す。

【表 2】

第3面		第4面		第5面	
k3	-0.8360125	k4	32.3466	k5	0
A3,4	0.035208012	A4,4	0.24439222	A5,4	-0.000020379
A3,6	0.035187945	A4,6	14.387668	A5,6	3.47975E-08
A3,8	-0.091241412	A4,8	-164.43004	A5,8	-1.23535E-07
A3,10	0.14573377	A4,10	722.13658	A5,10	3.3379E-07
A3,12	-0.077937629	A4,12	-730.28298		
A3,14	-0.015357262	A4,14	-3352.4269		
A3,16	0.01649441	A4,16	7626.1256		

【表 3】

領域	半径 [mm]	位相段差	厚さとの差 (段差深さ) [mm]
1	0.60	-	-
2	0.78	A2	0.000785
3	0.85	A3	0.000785
4	0.94	A4	0.000785
5	1.00	A5	0.000785

【0049】

表 3 に示すように、位相段差面 S 3 は、光軸 P から領域 1～領域 5 において、領域 1 と領域 2 との段差（厚みの差）、領域 2 と領域 3 との段差、領域 3 と領域 4 との段差、領域 4 と領域 5 との段差の全てが波長 410 nm に対して 2π の位相差を与えるように、同じ光軸方向の大きさを持つ。

【0050】

図 4 は、数値実施例 1 のレンズ装置の波長 410 nm \pm 10 nm における球面収差を示すグラフである。図中、横軸は光軸方向の長さを表し、基準波長 410 nm の場合の軸上像点を原点に取っている。また、図中、縦軸は、収差補正素子 2 に入射する平行光束の半径を表し、有効径で規格化している。図 4 において、軸上色収差は、各波長の曲線における横軸上の間隔に相当する。図 4 から確認できるように、数値実施例 1 のレンズ装置は、波長に関わらず光軸方向の焦点位置のずれがほとんど移動していない。

【0051】

数値実施例 1 におけるレンズ装置を、位相段差を持たない点を除き、他の条件はすべて同一のレンズ装置（比較例）と比較したところ、数値実施例 1 におけるレンズ装置の対物レンズの焦点で発生するデフォーカス量が 410 nm 付近で波長 1 nm 変化当たり約 4 m λ 低減されており、波長変化による焦点の光軸方向のずれ量が 1 nm 変化当たり 0.013 μ m 低減されていた。

【0052】

数値実施例1において、デフォーカス量及び軸上色収差の低減量をさらに大きくするためには、位相段差構造の領域数を増やすか、段差深さを大きくして位相差量を 2π の2倍、3倍・・・にすることで可能となる。すなわち、同じ収差補正量を持つ回折構造を有する素子において、位相段差を設けることにより、色収差補正量を増やすことができる。

【実施例2】

【0053】

数値実施例2は、数値実施例1と同様の構成において、位相段差のみ表4に示すように、波長410nmに対して 2π の整数倍の位相差を与えるように段差深さを設定したものである。したがって、数値実施例2では各段差の深さは一様でない。

【表4】

領域	半径 [mm]	位相段差	厚さとの差 (段差深さ) [mm]
1	0.60	-	-
2	0.78	A2	0.006280
3	0.85	A3	0.005495
4	0.94	A4	0.003925
5	1.00	A5	0.003925

【0054】

対物単レンズ3は、NAが0.8以上であり、基準波長から数nmずれた際に発生する球面収差の量が周辺にいくにしたがって急激に増加する。したがって、軸上色収差を補正するために発生させる球面収差の量も、周辺にいくにしたがって増やす必要がある。

【0055】

数値実施例2の収差補正素子6を用いたレンズ装置を、位相段差を持たない点を除き、他の条件はすべて同一のレンズ装置（比較例）と比較したところ、数値実施例2による装置の対物レンズ焦点で発生するデフォーカス量が、410nm付近で波長1nm変化当たり約 $2.7\text{m}\lambda$ 低減されており、波長変化による焦点の光軸方向のずれ量が1nm変化当たり $0.078\mu\text{m}$ 低減されていた。

【0056】

数値実施例2において、位相段差を設けることによって軸上色収差を良好に補正できることを示したが、位相段差によって高次の球面収差も増えるため、全収差は半分程度にしか減らない。全体の収差を減らすには、領域の数を増やせばよい。特に、3次球面収差の変化を減らすには、収差補正素子2で発生する位相差を大きく取ればよい。

【産業上の利用可能性】

【0057】

本発明は、420nm以下の波長の光束を用いた高密度記録が可能なデジタルビデオディスク装置やコンピュータ用の光情報記録装置等に好適である。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】本発明の実施の形態に係る光ピックアップ装置の概略構成図

【図2】本発明の実施の形態に係る光ピックアップ装置に用いられるレンズ装置を示す概略構成図

【図3】本発明の実施の形態に係る光ピックアップ装置に用いられるレンズ装置の収差補正素子の位相段差面の構造を表す模式図

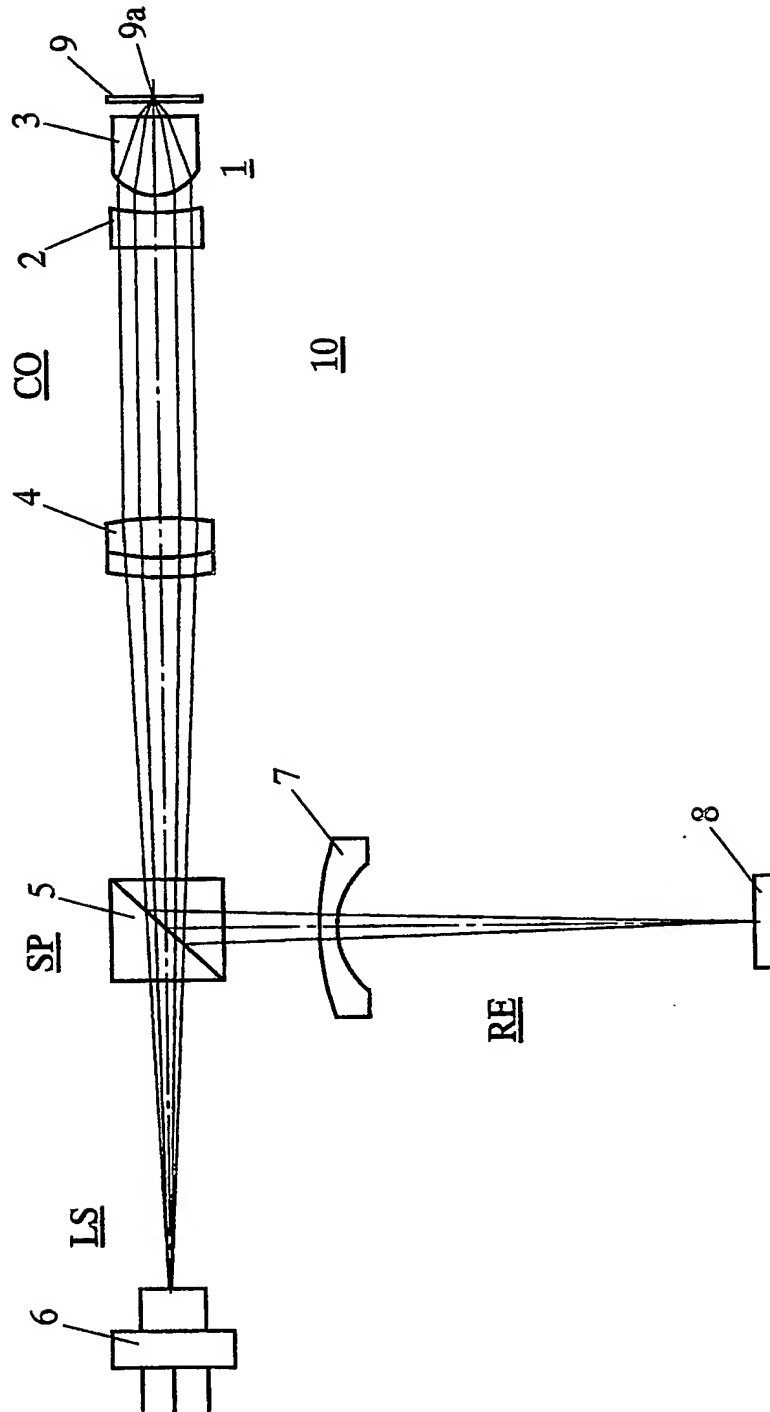
【図4】数値実施例1のレンズ装置の波長410nm \pm 10nmにおける球面収差を示すグラフ

【符号の説明】

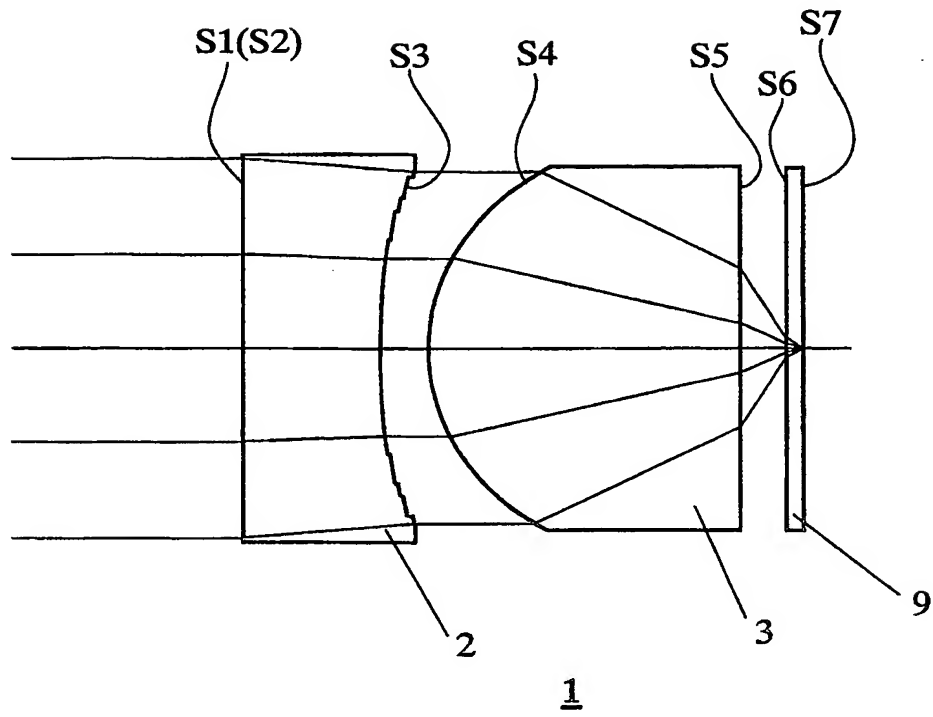
【0059】

- 1 レンズ装置
- 2 収差補正素子
- 3 対物レンズ
- 4 コリメートレンズ
- 5 ビームスプリッタ
- 6 半導体レーザ
- 7 検出レンズ
- 8 受光素子
- 9 光情報記録媒体
- 1 0 光ピックアップ装置

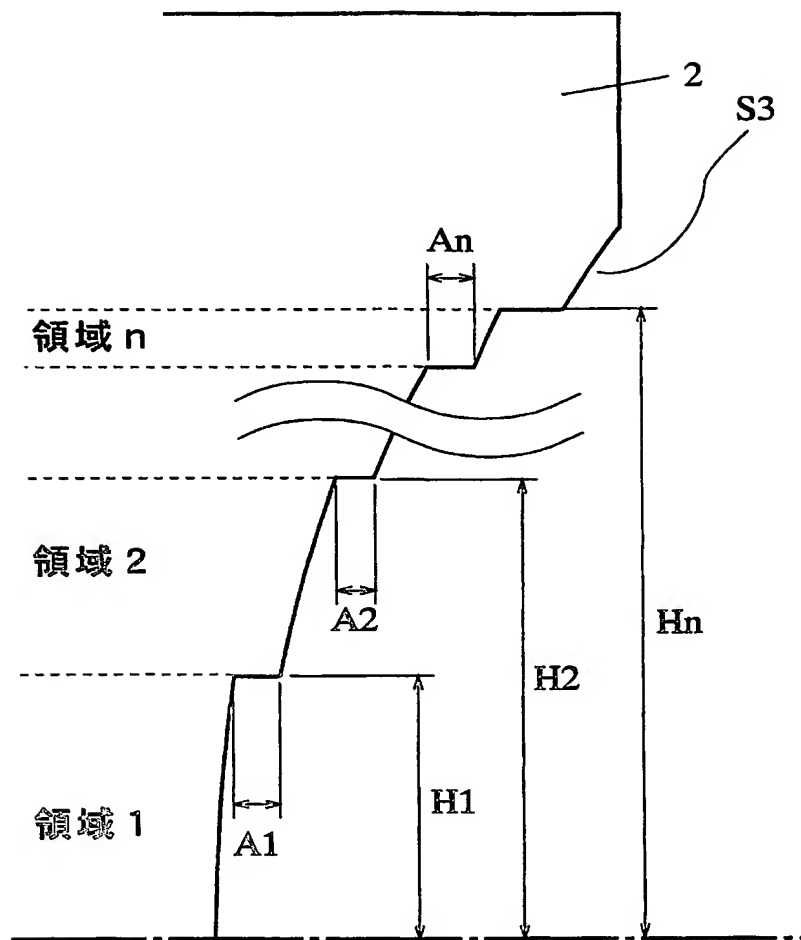
【書類名】 図面
【図 1】



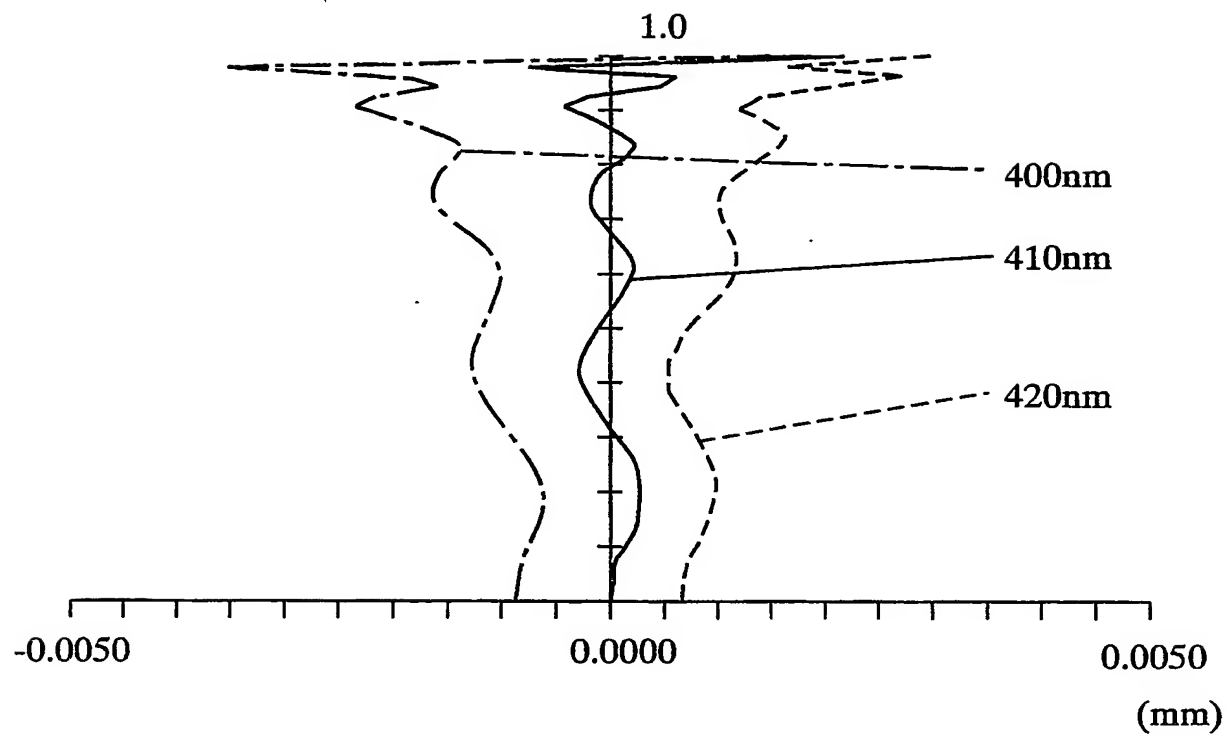
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基準波長が420nm以下といった短波長領域の波長の光束に対して用いても、製造が容易で高性能な光ピックアップ用レンズ装置及びそのレンズ装置に用いられる収差補正素子を提供する。

【解決手段】 光束の光軸上に配置される収差補正素子2であって、回折により光束を偏向するパワーを持つ回折面S1と、回折面S1とは光軸上の異なる位置に配置され、光束の光軸を中心とする同心円によって規定される輪帯状の複数の領域と、領域間の境界部に形成される位相差差を含む位相差差面S3とを備え、位相差差は、互いに異なる領域を透過する光束の間に基準波長に対して 2π ラジアン of 整数倍となる位相差差を発生する。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2004-137594
受付番号	50400756145
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成16年 5月 7日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成16年 5月 6日

特願 2 0 0 4 - 1 3 7 5 9 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社